

Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar

Tudományos Diákköri Dolgozat



**Levegős és folyadékos napkollektor vizsgálata egy
óbudai panellakásban**

Készítette: **Kálmán Ákos**

Környezettudományi szak, V. évfolyam

Témavezető: **Pávó Gyula**

Tanszéki mérnök

Budapest, 2010. november

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés	3
2.	Történelmi áttekintés	4
3.	A távfűtés és a kapcsolt energiatermelés	7
3.1.	A távfűtés főbb elemei	7
3.2.	A távfűtés bevezetése Magyarországon.....	8
3.3.	Budapest távfűtőművei	8
3.4.	Kapcsolt energiatermelés	9
3.5.	A Főtáv és a budapesti erőművek	9
3.6.	Az elszámolás	10
4.	A napenergia - hasznosításról	11
4.1.	Napkollektorok	13
5.	A házi készítésű kollektorok.....	15
5.1.	A levegős kollektor	15
5.1.1.	Levegős kollektorral végzett kísérletek	17
5.1.2.	Következtetések levonása:	21
5.1.3.	A kollektor teljesítménye.....	23
5.2.	A folyadékos kollektor.....	24
5.2.1.	A folyadékos kollektor építésének első lépései	25
5.2.2.	Folyadékos kollektorral végzett kísérlet	27
6.	A mérések folytatása.....	29
7.	Az anyagköltségek összehasonlítása	30
7.1.	Levegős kollektor anyagköltségei:	30
7.2.	Folyadékos kollektor anyagköltségei:	31
8.	Utószó	32
9.	Felhasznált irodalom:.....	33

1. Bevezetés

A panelépítés 30 éve alatt közel 788 000 panellakás épült fel Magyarországon.

3 - 15 emeletesek is előfordulnak. A lakosság ötöde, közel 2 millió ember él ezekben az iparosított technológiával épült házakban.

Egy lakótelepi távfűtéses lakásban élő család ma sokkal többet fizet a távfűtésért, mint egy gázzal fűtő lakástulajdonos, ráadásul ez a fűtési szezononkénti 30-50 ezer forint (egyre növekszik) plusz kiadás éppen azoknál a családoknál jelenik meg, akik kis jövedelműek.

A családok nem tudják fizetni a magas fűtődíjat, halmozzák az adósságaikat, ami végső soron a panelház eladósodását jelenti. Így a szolgáltató kénytelen megszüntetni az egész ház távfűtését (fűtés, meleg víz), végeredményben olyan családok lakásaiban sem lesz „meleg”, akiknek nincs hátralékuk (kettős kiszolgáltatottság).

Ennek enyhítésére a kormány pár évvel ezelőtt támogatási programokat indított el már EU-s pályázati forrásokhoz is kapcsolódva. Pályázni lehet a panelházak szigetelésének korszerűsítésére (nyílászárók cseréje, utólagos külső oldali hőszigetelés), fűtési rendszerének korszerűsítésére, átalakítására annak érdekében, hogy mindenki a tényleges energiafelhasználásával arányos díjat fizessen.

A pályázathoz az egész lakóközösség (többség) és a közösség választott képviselőjének a beleegyezésére is szükség van. A ma már működő korszerűsítések bizonyítják, hogy létezik járható út, de sok tényező nem az egyéntől függ.

Munkám során két, a napenergiát hasznosító berendezést (kollektort) készítettem el házilag. Az egyik folyadék cirkulálásával megvalósuló, a másik pedig egy a lakás levegőjét ventilátorral beszívó, majd a rendszeren áthaladva azt felmelegítő napenergiát hasznosító kollektor. A két kollektor egy óbudai 5 szintes panellakás 4. emeleti déli tájolású erkély, erkélyüveg helyére került beszerelésre. A kollektorok közvetlenül az 1+2 félélszobás lakás nagyszobáját fűtik a hideg időben.

A dolgozat célja egyrészt a két kollektor összehasonlítása hatásfok szempontjából, másrészt annak kiderítése, hogy bizonyos feltételek mellett a két kollektor képes - e rásegíteni a központi fűtésre, ezáltal csökkenteni a fűtődíjat.

2. Történelmi áttekintés

Panelek Magyarországon az 1960-as évektől egészen 1989-90-ig.

Ez alatt a közel 30 év alatt körülbelül 10 házgyár 2500-4500 lakás/éves kapacitással üzemelt.

Három hullámban épültek a házak, lakótelepek:

Az első hullám, 1961-ben indult el egy 15 éves lakásépítési terv keretében. Az első generációs panelházak szovjet gyárakból érkeztek, az akkori pártfőtitkárról elnevezett, ötemeletes, lift nélküli „hruscovkák”, amelyek a Szovjetunió éghajlati viszonyaihoz készültek, például szellőztetések bukóablakokkal megoldva, 230 centiméter belmagasságú, szinte élhetetlen lakásokat rejtettek.

A hatvanas évek második felében a „brezsnyevkák” már 265-270 centiméter magas, a korábbinál nagyobb alapterületű, 53-55 m²-es, általában 2 szobás lakásokkal és lifttel rendelkező lakóházak voltak. Korukból adódóan ezek szorulnak rá legjobban a felújításra.

A második hullám az 1970-es években jelentkezett demográfiai robbanás következtében vált szükségszerűvé. A tömegtermelés és a határidőknek való szigorú megfelelés azonban a minőség rovására ment, a legtöbb rossz szigetelésű lakás ebből a korszakból származik. Ekkor keletkeztek a legnagyobb lakótelepek is, mint például Budapesten a békásmegyeri vagy az újpesti lakótelep.

Az 1980-as években épült panelháznaknál a kivitelezés minősége jelentősen javult, odafigyeltek a méretre és a lakókörnyezetre is. A gyártásuk is fokozatosan átkerült Magyarországra.

Panellakások ma:

Mivel a panellakásokat ideiglenes megoldásnak tartották, körülbelül harminc évre tervezték, a '90-es évek óta folyamatosan aktuálisak a karbantartási munkálatok. Ahhoz, hogy élettartamuk meghosszabbodjon, körülbelül 10-15 évenként ki kell cserélni a tetőszigeteléseket, 20 évenként a vezetékeket, 25-30 évenként pedig a gépészetet.

Erre nyújt segítséget a kormány által kiírt panelprogram, amelynek segítségével 2001 óta 46.000 lakás felújítását kezdték el.

Városrész	Lakás (db)	Lakosok száma (fő)
Miskolc, Ávasi ltp.	11 498	40 000
Budapest, Újpest-Városhközpont	16 832	36 000
Pécs, Kertváros	15 856	35 000
Budapest, Újpalota	15 886	33 000
Óbuda-Városhközpont	13 736	27 000
Békásmegyeri ltp.	13 394	27 000
Kispesti ltp.	12 000	27 000
Pécs, Uránváros	9 651	22 000
Füredi utcai ltp.	12 233	21 000
Tatabánya, Újváros	8 862	20 000
Kecskemét, Széchenyiváros ltp.	8 673	20 000

1. táblázat: Magyarország legnagyobb panelépületei

Paneles építési rendszer, annak előnyei és hátrányai

A külső és belső teherhordó falakat, továbbá az azokra támaszkodó födémekeket üzemben előre gyártott nagyméretű, általában már 2 irányban is paraméter nagyságú (úgynevezett szoba nagyságú) elemekből szerelték össze.

A különböző rendeltetésű és így különböző rétegződésű falak is azonos tartószerkezeti réteggel vagy kerettel voltak elkészítve. Egy elrendezést, alaprajzot több épületegyüttesnél is alkalmaztak, például Szentendrén egy 4 szintes épület alaprajza megegyezik Pécsen egy 5 szintes épület alaprajzával.

Az alaprajzok kialakításánál a tervezők a komfortra törekedtek, hogy minél kisebb helyen minél több funkciót el tudjanak helyezni.

A lakótelepi lakásokhoz szociális alapon lehetett hozzájutni, elsősorban fiatal családok kaphatták meg. A mostanra felnőtt nemzedék nyugdíj, illetve ahhoz közeli korú lett. A kor embere lakását elsősorban alvásra használta a napi hosszú munka és elfoglaltság miatt. Ez később megváltozott, bár az emberek még mindig nagyon kevés időt töltöttek lakásukban. A társadalom arra nevelte őket, hogy az életüket éljék a városban, étkezzenek étteremben, társasági életüket a bárokban, szórakozóhelyeken éljék. A mai 25-30 éves nemzedéknél annyiban látszik csak a különbség, hogy napi tevékenysége a munkán kívül nem feltétlenül a lakáshoz kötődik.

Majd ahogy az igények is változtak, a lakás lett az ember bázisa. Fokozatosan csinosította, felújította, csak hogy minél kellemesebb legyen benne élni. Egyes családok azért is választották a panellakást otthonuknak, mivel kisebb helyen is minden funkció elfért, egy nagy lakóközösségben éltek, és az esetleges számukra fontos funkciók közel voltak.

Sajnos mára már a lakótelepek híre, környezete megrongálódott, közvetetten és közvetlenül régi varázsát elvesztette, amiért számos társadalmi vonatkozású probléma is felelős.

Előnyei:

- Iparosította az építést, megoldotta a nagyelemű építés nagyüzemi előregyártását, hiszen 10-20 m² felületű elemeket gyártott.
- Nagymértékben csökkentette a helyszíni munkát: nagytáblák gyors összeszerelése, ezen kívül kötési, szilárdulási és száradási időre nem volt szükség.
- Jóval kevesebb szakmunkást igényelt.
- Olcsóbb és egyszerűbb hangvédelem, melyet a gyártó üzemben belül készítettek el.
- Építészeti és városképi szempontból kedvező, mivel alacsony (3-5 szintes), középmagas (8-12 szintes) és magas (15-18 szintes) házak építésére is alkalmas volt.
- Az épület tömege a fal vékonyításával 15%-kal kevesebb.

Hátrányai:

- A gyártás, a szállítás és a beépítés a nagy összegű beruházások egész sorát igényelték, hiszen a gyártáshoz többnyire nagyüzemű csarnokra volt szükség, a raktározáshoz pedig nagy, tágas telephelyre.
- Különböző mozgó berendezésekre, a szállításhoz különleges járművekre és nagy teherbírású utakra volt szükség.
- Korlátozott funkció, merev alakítatlan alaprajz, egyhangú, lapos építészeti formálás.

3. A távfűtés és a kapcsolt energiatermelés

3.1.A távfűtés főbb elemei

Az első a fűtőmű, ahol nagyteljesítményű kazánok segítségével előállítják a hőenergiát, melynek hordozója általában forró, 100 °C feletti víz. Ezt csak túlnyomás tartásával tudják létrehozni, így 100 °C felett a víz folyadék fázisában marad, és nem gőzölög el.

A fűtőművekben gázenergiát használnak, ezt égetik el a kazánokban, de az ország egyéb területein előfordulnak szilárd tüzelésű fűtőművek, erőművek is, mint például a Rákospalotai Hulladékégető.

A forró vizet távvezetékeken keresztül juttatják el a fogyasztókhoz. A vezetékek anyaga régen fekete acélső volt, melyet utólag szigeteltek, azonban mostanra a távfűtőművek teljes egészében áttért az előre szigetelt távvezetékek használatára, melyeket általában földbe fektetnek.

A fogyasztókhoz szállított hőenergiát a lakóépületekben található hőközpontok fogadják. Ezt hőcserélő segítségével átalakítják: a forró vízből fűtési meleg vizet állítanak elő, és a fogyasztói oldalon időjárásfüggően szabályozzák azt.

A 130/70 °C-os primer vízből a felhasználók számára 90/70 °C-os szekunder vizet készítenek.

A távfűtési hálózatban a vizet nagy teljesítményű keringető szivattyúk segítségével áramoltatják. Ezeknek a szivattyúknak a fordulatszám-szabályozásával tudják a szabályozni a lakossághoz eljuttatott hozamot. Így ha a hőmérséklet télen nem túlságosan alacsony, kevesebb hőt kell a víznek átadni és kevesebb fűtővizet (primer víz) kell keringtetni a hálózatban, amelyet a szivattyúk fordulatszámának csökkentésével érnek el. Végeredményben a szivattyúzási költséget is tudják mérsékelni.

A szivattyúkat a visszatérő ágba építik abból a célból, hogy ne legyenek olyan nagy hőterhelésnek kitéve, hiszen az előremenő víz hőmérséklete 130 °C.

3.2.A távfűtés bevezetése Magyarországon

A távfűtést a lakótelepek építésével egy időben, 1957-58-ban kezdték kialakítani Magyarországon, a 15 éves lakásépítési program keretében indították el a hálózat kiépítését. Az első távfűtési energiát szolgáltató erőmű a kelenföldi fűtőmű volt. Mostanra a budapesti lakások kb. 30%-ában van távfűtés: ez kb. 240 000 lakást jelent. Ez országos szinten kb. 600 000 otthont ölel fel. Vidéken Pécsen, Kazincbarcikán, Inotán, Ajkán stb. terjedt el jelentős mértékben a távfűtés. Ezeket főleg szénre épített erőművekből látják el. Budapesten fokozatosan áttértek a szilárd tüzelésről a gázenergián alapuló hőellátásra. Ma Budapesten négy nagy, egy közepes és egy kisebb fűtőművel rendelkezik a távfűtőművek.

3.3. Budapest távfűtőművei

A fővárosban 4 **nagy fűtőmű** létezik. Ezek sorrendben:

Az észak-budai terület fűtőművei, melyek között szerepel a Zápor utcai 236 MWatt-os, és a Kunigunda utcai 176 MWatt-os, erőmű. Ezek össze vannak kötve egymással azért, hogy mindkettő kiszolgálhassa a másik fogyasztóit.

Nyáron az óbudai fűtőmű kazánjai leállnak, és a Kunigunda utcai szolgáltató a melegvíz-ellátást mindkét fűtőműnél. A Kunigunda utcai fűtőmű olajtüzeléssel is üzemeltethető. Erre azért van szükség, hogy téli csúcs esetén az olajtüzeléssel hidaljuk át a hiányzó, és takarékoság szempontjából le nem kötött maximális gázkontingenst.

A Füredi úti 120 MWatt-os fűtőműveink tartoznak még a nagyok közé. Ezek is gázenergiát használnak fel.

Az újpalotai 100 MWatt-os teljesítményű fűtőmű,

Közepes fűtőmű a rákoskeresztúri 40 MWatt-os erőmű, melynek kazánjai csúcsberendezésként működnek. Itt valójában hőelosztás folyik, mert a hőenergia 60-65%-át vásárolják az Egyesült Vegyiművektől. A fűtőmű kazánjait csak a fűtési csúcsok ellátásakor használják.

Kis fűtőműnek minősül a XXII. kerületi Rózsakertben működő erőmű, 10 MWatt-os teljesítménnyel.

Összességében jobb hatásfokot lehet elérni, ha a villamosenergia – termelés során keletkezett hulladékhőt hasznosítják.

Amikor villamosenergia-előállítás kapcsán a hulladékhőt távfűtésre használják, akkor egy igen jó hatásfokú, kapcsolt energiatermelésről van szó.

3.4. Kapcsolt energiatermelés

Ma Magyarországon kétféle módon állítanak elő villamos energiát és hőenergiát kapcsolt módon. Az egyik a kombinált ciklusú erőmű, a másik a gázmotoros erőmű.

3.5.A Főtáv és a budapesti erőművek

A budapesti erőművek villamos energiát termelnek, ez a fő feladatuk. A Főtáv hőenergiát vásárol tőlük, és azt olyan fűtőműveikből osztja el, ahol már nincs vagy csak kis mértékben van hőtermelés. Ilyen fűtőművek a pesterzsébeti, melybe a csepeli erőműből szállítják a hőenergiát, a ferencvárosi és józsefvárosi fűtőmű, ezek a kelenföldi erőműtől kapják a forró vizet, valamint a Kacsóh Pongrácz úti fűtőmű, mely az újpesti erőműtől vásárol forró vizet.

3.6. Az elszámolás

Az elszámolás számlázását rendelet írja elő. Jelen pillanatban sajnos a legtöbb helyen átalánydíjas elszámolással fizetik a távhőellátást, fűtött légköbméter alapján.

Egy fűtési szezon október 15-től április 15-ig tart. Az átlaglakás egy 53 m²-es, 2,65 méter belmagassággal rendelkező lakóingatlan. A hőfelhasználás 40-50 Gigajoule évente, az energia ára ma kb. 2300 Ft/Gigajoule, ebből számítható ki az éves hőellátási költség egy átlaglakásra vetítve.



1. ábra: A legutóbbi fűtési időszak februári és a júniusi átalánydíj befizetési csekkje (1031 Huszti út 23. IV. emelet)

4. A napenergia - hasznosításról

A Nap sugárzásának és a Föld felszínének kölcsönhatásából számos természetes átalakulási folyamat jön létre. Újra és újra felmelegíti a levegőt, a talajt, a felszíni vizeket, így azokat mindig megújuló energiaforrásokká teszi. Végeredményben a fosszilis energiahordozók is a napenergiának tárolt változatai, hiszen a növények, amelyekből keletkeztek, napfény segítségével szintetizáltak.

A napenergiát közvetve már nagyon régóta hasznosítja az emberiség (tűzhasználat, hajózás, élelmiszer - feldolgozás). Mára az áramló víz vagy szél energiájának (mechanikai vagy elektromos energiává való) átalakítása egyre nagyobb teret hódít, amelyekre rekordméretű beruházások jellemzőek (a Három-szurdok gát Kínában $1,8 \cdot 10^7$ W teljesítményt állít elő).

A közvetlen hasznosítás azonban csak az utóbbi évtizedekben terjedt el.¹

A napenergia – hasznosításnak kétféle módja létezik: a napenergiának a melegítés céljára való felhasználása – napkollektor – (passzív hasznosítás) és a valamilyen eszközzel történő átalakítása, raktározása hő (termikus) - illetve elektromos áram (napelem) formájában (aktív hasznosítás).

Passzív hasznosítás során építészeti eszközökkel érjük el, hogy a lakótérben meleg hőmérséklet alakuljon ki. Ezt természetesen többféle módon lehet elérni a mindenkori befolyásoló tényezők (kitettség, vegetáció borítottság, talajviszonyok, stb.) függvényében.

Néhány alkalmazási példa:

- Direkt rendszerek: az ablakfelületen keresztül a helyiségbe bejutó napsugárzást közvetlenül hasznosítják. A felületek felmelegszenek, a hő egy részét átadják a levegőnek, más részét pedig magukban tárolják.
- Tömegfal: a napsugárzást egy üvegtábla mögött elhelyezett nagytömegű fal gyűjti össze, és a hőt ez adja át a helyiség levegőjének

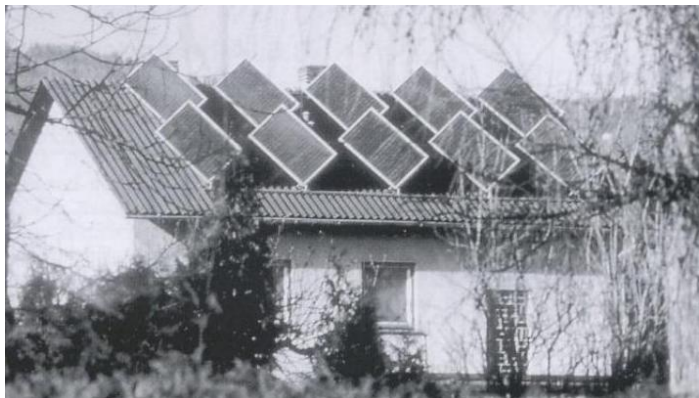
¹ Ez sem ment magától, kiváltó okai az olajválságok voltak, melyek ráébresztették az emberiséget arra, hogy a túlnyomórészt fosszilis tüzelőanyagokon alapuló világgazdaság megoldást keressen más megújuló energiaforrásokra.

- Naptér: a külső környezettől nagyméretű üvegfelülettel elválasztott, direkt besugárzású tér. A napenergiát az alsó födém és a hátsó (épület felőli) fal tárolja. Az időjárástól függően a naptér a tárolt hő felhasználásával fűti az épületet, hidegben pedig csökkenti a hőveszteséget. A direkt besugárzásnak köszönhetően az év nagy részében lakható. Naptér alkalmazásával az éves fűtési energia megtakarítás akár 30%-os is lehet.
- Transzparens vagy átlátszó hőszigetelés: ezeknél az épületeknél a jó hőszigetelés és a besugárzás együttes hatásaként gyakran nincs szükség hagyományos fűtésre. Az átlátszó hőszigetelés a direkt vagy szórt napsugarakat átengedi, de a hideg felület felé terjedő hőáramokat csökkenti. Így a jó hővezető-képességű és nagy hőkapacitású belső falréteg egyenletes helyiséghőmérsékletet biztosít. A transzparens hőszigetelés alkalmazása viszonylag költséges, mert drága az anyag és a beépítéskor gondoskodni kell a külső mechanikai védelemről, illetve a nyári árnyékolásról.

Az aktív hasznosítás során elektromos energiát állítunk elő, alapvetően információcserére használjuk fel (autópályakamera, trafipax, segélykérő telefon).

4.1.Napkollektorok

A napkollektorok olyan napenergia-hasznosító berendezések, amelyek a Napból jövő energiát abszorbeálják speciálisan kialakított abszorberfelületük és megfelelő tájolásuk segítségével.



2. ábra: Így nem szabad javítani a tájoláson és a dőlésszögön

Folyadékos kollektor esetén a hőenergia átadódik a csövekben áramló folyadéknak, és az felmelegszik. Közvetve például boiler előmelegítőként, vagy közvetlenül ellenáramú hőcserélőt alkalmazva lehet meleg víz előállítására felhasználni. Itt a keringetést szivattyúval oldják meg, de léteznek gravitációs elven működő, úgynevezett parabolacsöves napkollektorok is.

Ezek egyre népszerűbbek és különböző gyakorlati megvalósításaiból is egyre több található az interneten.

Léteznek levegős napkollektorok, amelyekben az elnyelt energiát a csövekben átáramlott levegő veszi át. Lakások fűtésére használják, mi több egyre jobban kezd elterjedni a mezőgazdasági termékek szárításánál, aszalásánál is.

A kollektorok új generációjához tartoznak a vákuumcsöves kollektorok. Gyengébb fényviszonyoknál és hidegebb időben is hatékonyan működik. A vákuumcső egy 1.5 - 2 m hosszú üveg cső, ebben található egy réz cső, amiben a hő gyűjtő – és elszállító közeg van. A vákuum szünteti meg a konvekciós veszteséget, biztosítva ezzel a magasabb hatásfokot hidegebb időben is.

A napkollektorok beépíthetők családi házak tetőablakaként, nagy hátrányuk, hogy meghibásodás esetén nehezen hozzáférhetőek és az időjárással szembeni ellenállásuk csupán 15 év körüli.

Jellemző elterjedésük éppen ezért olyan nagy szerepvállalásokhoz köthető, melyek egész közösségekre kiterjednek és állami vagy uniós beruházással valósulnak meg.



3. ábra: Faluház Óbudán (III. Vörösvári út)

5. A házi készítésű kollektorok

Mind a levegős, mind a folyadékos kollektor fadobozban helyezkedik el. Ez egyrészt tartást ad a szerkezetnek, másrészt hőszigetel és véd az időjárás viszontagságaitól. Előlapként szintén mind a két esetben polikarbonát – lemezt alkalmaztam. Ennek jellemzője, hogy légkamrás, tehát úgy hőszigetel, hogy a vákuumsöves kollektorhoz hasonlóan csökkenti a konvekciós veszteséget. 80%-ban fényáteresztő, vastagsága 10 mm. A be-, és kivezetéshez 50 mm-es PVC nyomócsövet választottam a folyadékos, és „sima” PVC csövet a levegős kollektorhoz. Mind a két berendezés az erkély - védőkorlát biztonsági üvegének a helyére kerültek.

Praktikussági okokból a baloldalra került a folyadékos, jobb oldalra pedig a levegős kollektor.

Előbbi esetén a csövek a 30 cm-es betonfalon keresztül vezetődnek be, utóbbi esetén a csövek elfutnak az erkély melletti konyháig, majd ott az alsó szellőzőnyíláson át kerülnek be a lakásba. Természetesen a csövek is hőszigeteltek.

5.1. A levegős kollektor

A kollektorok közül ez a típus a legegyszerűbb, viszonylag olcsó, így egyre többen készítik el házilag is. Kell hozzá (hulladék) alumínium doboz: bármilyen lehet, ebben az esetben én energiatároló dobozokat használtam a védőkorlát méretei miatt, de találkozhatunk olyanokkal is, amelyek sörsdobozokból készültek. Ennek elterjedtebb neve a sörkollektor. A vékony Al-dobozok töltik be az abszorber szerepét, a jobb elnyelés érdekében célszerű (matt) feketére festeni őket. A napsugárzás felmelegíti a dobozokat, a dobozok pedig átadják a hőt a bennük lévő levegőnek. A hőátadás természetesen nem egyirányú, a dobozból a hő mind a két irányba terjed, viszont csak a befelé terjedő hő a számunkra hasznosítható. A dobozok külső fala a polikarbonát által lezárt térben lévő levegőt melegíti, a zárt cellás szerkezetű zárólappal akadályozzuk meg, hogy a kollektor a külső teret melegítse.

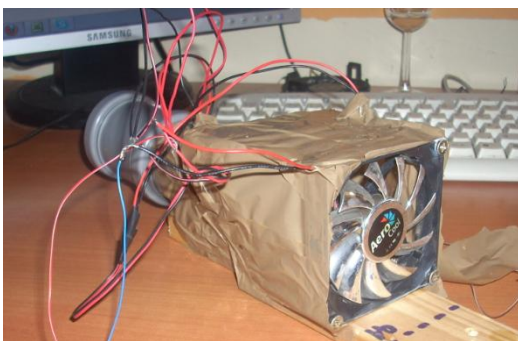
Három doboz összekapcsolása alkot egy oszlopot, melyekből 21 darab van. Összesen tehát 63 darab abszorbeáló egységből épül fel a kollektor. Összeillesztésüknél ügyelni kellett a megfelelően szigetelő és hőálló anyag kiválasztására. A választásom: „Mester semleges szilikon tömítő” anyagra esett. Tulajdonságai: erős, rugalmas, UV- és vízálló, hőállósága -60°C - $+180^{\circ}\text{C}$, valamint nem veszélyes, pH =7-es készítmény.



4. ábra: Dobozok összeragasztása speciális rögzítő keretben

A 21 darab oszlop alul, illetve felül csatlakozik egy 1 mm vastag Al-lemezből készült, 1 dm² keresztmetszetű gyűjtőhöz. Ez szolgál az oszlopok rögzítésére és a levegő begyűjtésére. Az alsó, felső gyűjtővel azonos kivitelű (közel négyzet alapú hasáb formájú) csatorna (8. ábra) szállítja a felmelegítendő levegőt az oszlopokba, míg a felső gyűjtő a felmelegedett levegőt juttatja a lakótérbe. Ezekbe kapcsolódnak be a levegő áramlási terét szolgáló, kívülről hőszigetelt PVC csövek. A szoba levegője egy ventilátor segítségével jut el a kollektorig. Ebben az esetben a ventilátor öt darab rossz számítógépből kisserelt processzor ventilátor összekapcsolását jelenti.

A beáramló és a kiáramló hőmérséklet ellenőrzésére hőmérőket helyeztem el mind a bevezetés, mind a kivezetés elé.



5. ábra: A házi készítésű ventilátor

5.1.1. Levegős kollektorral végzett kísérletek

A levegős kollektorok komoly hátránya, hogy az oszlopokban végigáramló levegő nagy része úgy jut át a rendszeren, hogy nem találkozik az oszlop falával, azaz nem képes onnan átvenni a hőt. Hiába nagy az abszorbens falának hőmérséklete, a benne átáramlott levegő csak kis hőmennyiséget tud belőle felvenni.

A megoldás az, hogy a levegő útjába olyan akadályokat kell helyezni, amelyek odakényszerítik a levegőt a dobozok falához. Korábban születtek már elképzelések ennek megoldására (perdítő beszerelése a dobozok illeszkedési pontjához, vagy a dobozok aljának/tetejének többszöri kilyukasztása), de érdemleges hatásfokjavulást nem sikerült elérni velük.

Kísérleteim során három lehetőséget vizsgáltam:

- Első eset: a levegő akadálymentes átjutása a kollektoron: ennek lényege, hogy legyen összehasonlítási alap,
- Második eset: oszlop megtöltése fémvagdalékkal (csővel azonos anyagú palackokból kivágott 2-3 cm-es szabálytalan háromszögek),
- Harmadik eset: oszlop megtöltése fémforgáccsal (alumínium esztergálás során, fém megmunkáló műhelyben keletkezett hulladék: „spén”).

A mérések során ügyeltem arra, hogy mindhárom abszorbert azonos körülmények között vizsgáljak. A szétosztó – és gyűjtő csatornáknak csak 1-1 nyílást hagytam szabadon. Nem az összes 21 darab oszlopon végeztem a kísérleteket, hanem csak egy oszlopon és azt kapcsoltam össze a kollektorral.

A Napot egy állandó intenzitású 1000W-os lámpa helyettesítette, mely mind a három esetben ugyanolyan távolságban (43,5 cm) helyezkedett el.

A levegő áramlását három processzor-hűtő ventilátor biztosította, melyekre minden esetben 14,6 V egyenáramot kapcsoltam. Ezeknek együttesen a maximális beszívási sebességük: 26,4 km/h volt. Figyeltem arra, hogy mindhárom eset közel azonos hőmérsékletről induljon (23,5-25 °C), (9. diagram)

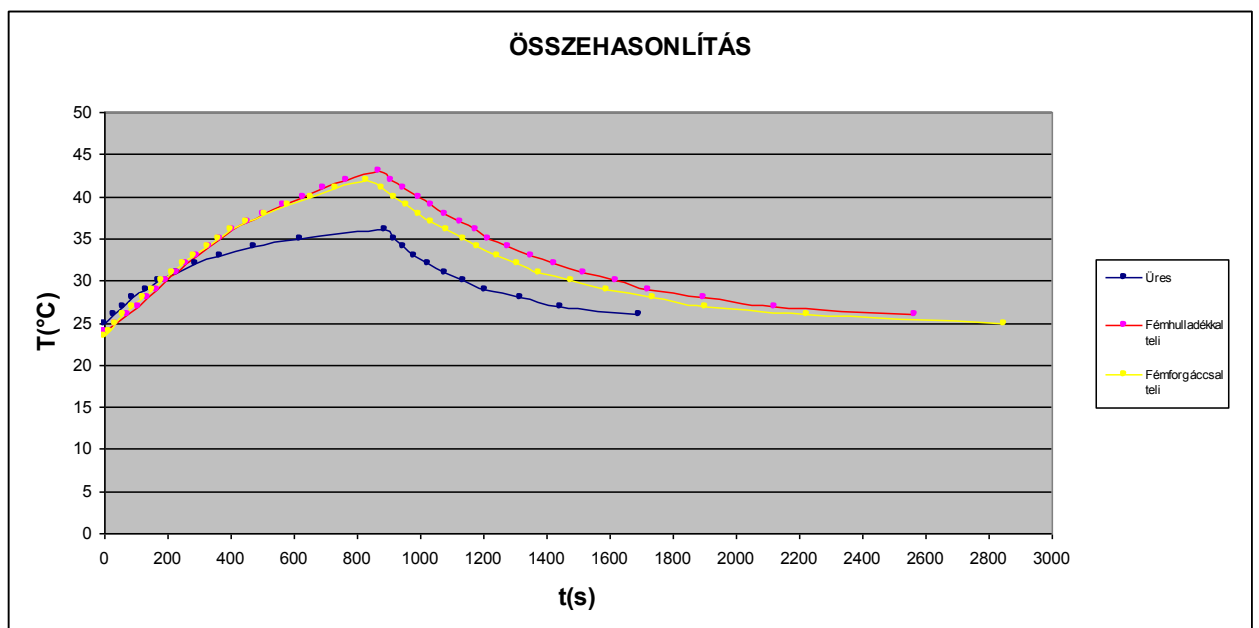


6. ábra: A három ventilátorra kapcsolt 14,6 V egyenfeszültség



7. ábra: A kísérlet elvégzése egy oszloppal

Kísérleteim során a hőmérséklet időbeni változását mértem meg és az alábbi adatsorokat kaptam:



8. ábra: Összehasonlító diagram

A mérés és kiértékelés során a „Környezetfizikai Módszerek” nevű hallgató laboratóriumi gyarokrlat módszerét követtem.²

A lámpát kb. 15 percig működtettem mind a három esetben és egész hőmérsékleti értékek elérésekor kapcsoltam ki.

A felmelegedés időbeni változására egy kezdeti (~100 s) igen enyhe linearitás jellemző. Az ábráról leolvasható, hogy az üres dobozokban lévő levegő felmelegedése ebben a szakaszban gyorsabban történt, mint a többi esetben.

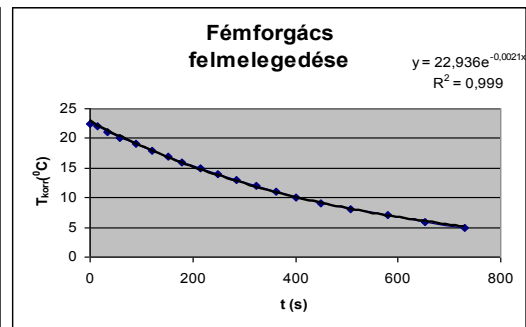
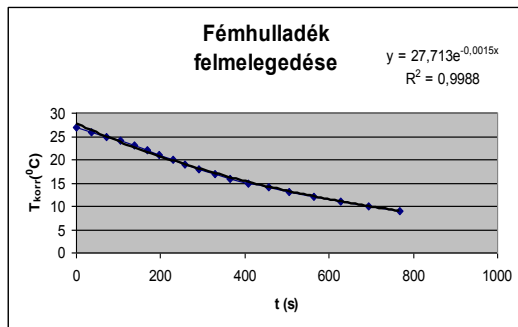
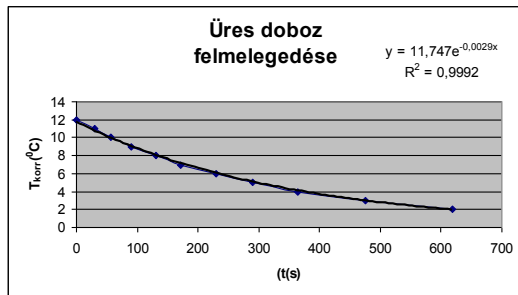
Ennek az a magyarázata, hogy a dobozokban lévő fémvagdalék, illetve fémforgács lassabban melegedett fel, mint az üres oszlopban lévő levegő. A kezdeti linearitás gyorsan átváltott egy nyújtott exponenciális felfutásra. Ez azt jelenti, hogy a levegő a dobozok által elnyelt energiát egy bizonyos pontig képesek csak átvenni. Ezt telítési pontnak nevezzük, azaz az a maximális hőmérséklet, amelynél jobban a kollektorban lévő levegő már nem képes jobban felmelegedni.

A telítési pont elérése sok időt vett volna igénybe, ezért korrekciós eljárást alkalmaztam annak kiderítésére: minden egyes mért hőmérsékletértéket kivontam a mért maximális hőmérsékletből. Az így kapott korrigált hőmérsékleti értékek szintén az idő függvényében ábrázolva megmutatták, hogy az egyes típusoknak mekkora volt a telítési pontjuk, valamint hogy az idő előrehaladtával hogyan csökkent a felmelegedés mértéke.

Telítési pont kiszámításának menete:

A korrigált hőmérséklet-idő függvény adatsorára exponenciális görbét illesztettem és megnéztem az Excel segítségével, hogy a görbeillesztés mennyire volt pontos. Ezek után a mért maximális hőmérsékletet addig változtattam, ameddig az adatsor a legjobban korrelált. Az alábbi ábrákról kivehető, hogy az idő előrehaladtával a maximális hőmérséklettől való eltérés exponenciálisan csökken.

² <http://ion.elte.hu/~akos/orak/kmod/sork.htm>



9., 10., 11. ábra: Különböző típusok felmelegedése

A telítési hőmérsékletek:

Típus	Telítési pont (°C)
Üres	37
Fémhulladék	51
Fémforgács	46

2. táblázat: Telítési pontok

A fényforrás kikapcsolása után szintén lineárisan csökkent a hőmérséklet, ezt követően exponenciálisan tért vissza az eredeti hőfokra. Az összehasonlító ábrán az is látszik, hogy az üres összeállításban lévő levegő sokkal hamarabb hűlt ki, mint a töltött oszlopok esetén. Ez szintén azért történt, mert a felmelegedett fémtöltelékek lassabban hűltek ki, mint a levegő; másképpen fogalmazva az alumínium hőkapacitása nagyobb, mint a levegőjé.

5.1.2. Következtetések levonása:

A mérések megmutatták, hogy az üres dobozokhoz képest a töltött oszlopok közel 20 % a-val nagyobb maximális hőmérsékletet állítottak elő úgy, hogy a mérések során csak 1 paramétert, a töltetet változtattam meg. A feltevés tehát, hogy a beáramló levegőt az oszlop teljes hosszán turbulenssé kell tenni („meg kell vezetni”), jónak bizonyult.

Típus	T_{\max} ($^{\circ}\text{C}$)	ΔT
Üres	36	11
Fémhulladék	43	19
Fémforgács	42	18,5

3. táblázat: Összegző táblázat

Az egy oszlopos mérések kiértékelésének alapján a vagdalékkal töltött oszlop bizonyult a legjobbnak. Ez különbözött attól, amit vártunk.

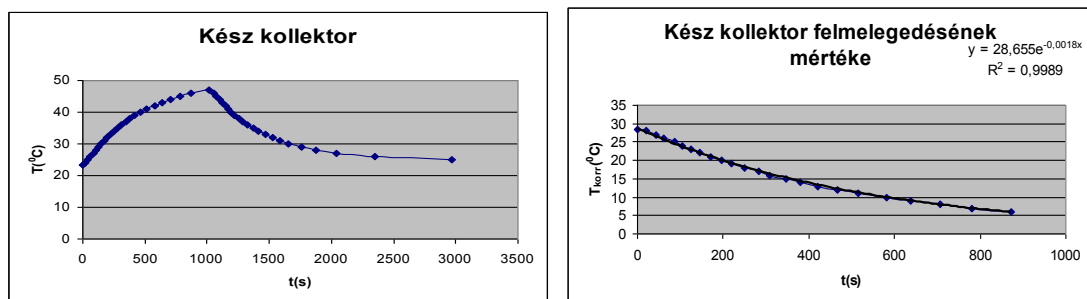
Ezt azzal magyarázom, hogy az abszorbens falainál sikerült erősebb turbulenciát kelteni, mivel a vagdalék szinte vízszintesen rétegződött, ez terelte ki az áramlást az abszorbens falára.

A teljes 21 oszlopos kollektor feltöltéséhez nem állt rendelkezésre elegendő fémvagdalék, ezért az oszlopokat fémforgáccsal töltöttem tele.

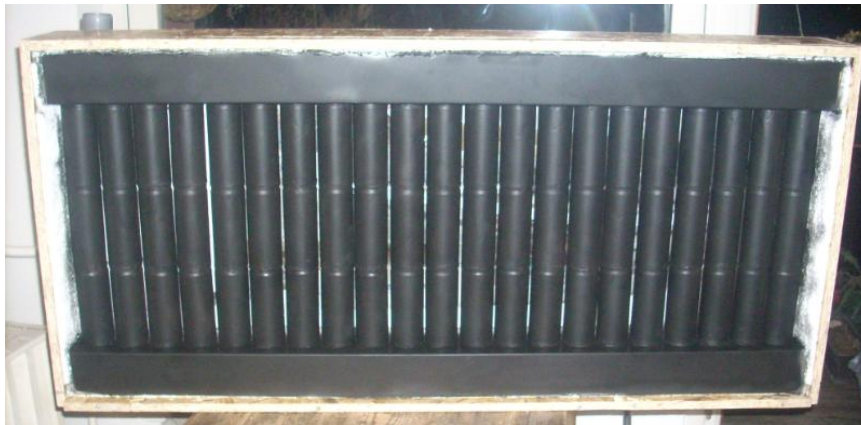
Teljes kiépítésű kollektor

Az összeszerelés után ellenőrzés céljából egy újabb mérést végeztem el, viszont itt már 5 db, párhuzamosan kötött ventilátorral, hogy képes legyen a kanyarokkal teli csőrendszert átáramoltatni. Meg kell jegyezni, hogy a tápfeszültség változtatható értékű ellenállása nem volt képes újra 14,6 V-ot kiadni, csupán 13,93 V-ot, ezért kerek értékre: 12 V-ra (12,06) állítottam. Ez a feszültségkülönbség a levegő kiáramlási sebességét (8,4 km/h) nem befolyásolta.

A közel 17 percig működtetett lámpa hatására a kollektorban a levegő hőmérséklete 23,5 °C-ról 47 °C-ra emelkedett, telítési pontja pedig az előbbiekben részletezett elv alapján 52 °C volt. Hőmérsékletének időbeli változását az alábbi görbék mutatják meg.



12., 13. ábra: Teli oszlopok kiértékelése



14. ábra: A beszerelés előtt álló kollektor

5.1.3. A kollektor teljesítménye

A kollektorral elért teljesítményt úgy kaphatjuk meg, hogy a t idő alatt kiáramlott levegő által átvett hőt kiszámoljuk a ΔT hőmérsékletkülönbségből.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{(cm\Delta T)}{t} = c\rho v A \Delta T$$

, ahol

Q a dobozok anyagától átvett hő, c a levegő fajhője ($1012\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$), ρ a levegő sűrűsége (kg/m^3), v a levegő áramlásának mért sebessége (m/s), A pedig az a felület (m^2), amelyen a levegő kiáramlott.

A teszt adatai:

$$c_{\text{lev}} = 1012\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$\rho_{\text{lev}}(23,5^{\circ}\text{C}) = 1,113\text{ kg/m}^3$$

$$v = 8,3\text{ km/h} = 2,31\text{ m/s}$$

$$A = 0,001963\text{ m}^2.$$

$$\Delta T = 23,5^{\circ}\text{C}$$

$$P = 120,03\text{ W}$$

Ez az érték elmarad a napkollektorokkal kinyert szokásos teljesítményektől, de itt a célunk a különböző eljárások összehasonlítása volt mesterséges fény (hő) forrás mellett.

5.2.A folyadékos kollektor

A folyadékos kollektorban valamilyen folyadék kering és veszi fel a kollektor anyagától a hőt. Ez a típus is egyre jobban kezd elterjedni annak köszönhetően, hogy hatékony rásegítő berendezésnek bizonyul mind a fűtés, mind pedig a meleg víz előállítása terén. Ha ezt a kollektort egy boiler elé csatlakoztatjuk, akkor a napsugárzás közvetlen hasznosításáról beszélünk. A boiler számára előmelegítjük a vizet, így a boilernek kisebb energiabefektetés szükséges a kívánt hőmérséklet eléréséhez. Ez energiaspórolást, végső soron pénzmegtakarítást eredményez.

Fűtés céljából készült kollektorok áramló közege szintén lehet fagyálló, de nem feltétlenül szükséges. Ilyenkor a kollektor kivezetései egy hőleadó felülethez (radiátor) csatlakoznak és a hőleadás után a folyadékot vagy visszavezetik (recirkuláció), vagy nem. Az áramoltatás történhet segítséggel, például szivattyúval, de történhet gravitációs úton is, amikor a rendszer zárt, és a csövek, valamint a kollektor úgy van kialakítva, hogy a felmelegedett, illetve lehűlt folyadék képes legyen a konvekcióra, így saját maga áramlik a rendszeren mindenféle energiabefektetés nélkül.

Célom egy ilyen gravitációs úton áramló, hosszútávon működő kollektor létrehozása.

Mivel panellakásról van szó, nagy hátrányt jelent a méret. Az erkélykorlát paraméterei miatt a maximálisan kihasználható felület mindössze 123,5 x 55 cm. Ahogy már említettem a jobb oldalra került a levegős, a bal oldalra pedig a folyadékos kollektor.

Elkészítését megannyi tervrajz elkészítése után az abszorber létrehozásával kezdtem. Nyolc darab, egyenként 22 mm átmérőjű, 1 mm vastag egymás mellett párhuzamosan elhelyezkedő rézcsövet forrasztottam össze úgy, hogy végükre alul-felül egy-egy könyök csatlakozzon. A könyökre réz, külső menetes csatlakozó, arra pedig 6/4" – 1" horgonyzott szűkítő, végül egy 50 – 6/4"-os belső menetű karmantyú került.

5.2.1. A folyadékos kollektor építésének első lépései



15., 16. ábra: Az első fázis

A csövek foglalata horgonyzott ereszsatorna, melyeknek feladata a napsugarak fókuszálása.

A csövek elhelyezésénél törekedtem arra, hogy lehetőleg a félhenger fókuszpontjában helyezkedjenek el. Ezeket később alufóliával bevontam, hogy mint hőtükör a lehető legjobban működjön. A szűkítő és a karmantyú csatlakozását (ahogy a későbbiekben minden más csatlakozást is, kivéve a forrasztásokat) teflonszalaggal oldottam meg.

A karmantyúk 50 mm-es PVC nyomócsőhöz, a rendszer gyűjtőegységéhez csatlakoznak. Azért volt szükség a gyűjtőnek a majdnem kétszeresére történő méretnöveléséhez az abszorberhez képest, hogy minél kisebb legyen az áramlási ellenállás.



17., 18. ábra: A gyűjtő felépítése 50 mm-es T-idomokkal

Ebben az állapotában víztesztnek vetettem alá és negyedszeri próbálkozásra sikerült megoldani, hogy ne eresszen. Az eresztések okai a következők voltak: a műanyag idomok összeragasztása speciális, erre kitalált ragasztóval (Vinilfix) történt. Ennek tulajdonsága az, hogy nagyon hamar köt, így a soronként 8 elem összeillesztése egyszerre nem volt egyszerű. Ezen kívül a karmantyú belső menete nagyon mély a szűkítőhöz képest, így tulajdonképpen teflonszalag tekercselés után is eresztett néhol. Ezt sziloplasztos tömítéssel oldottam meg.

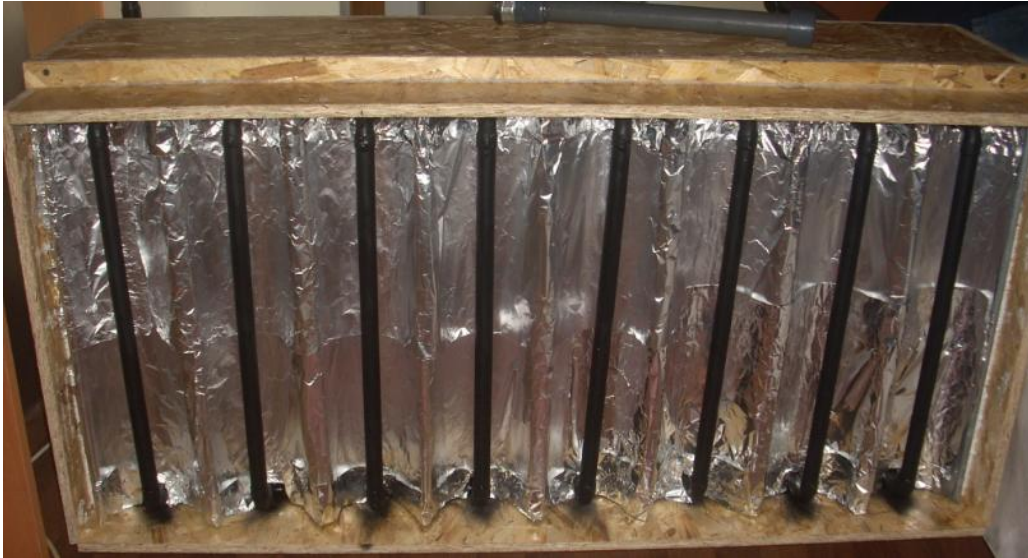
A teszt után elkészült a radiátor is; lehetséges, hogy ennek kicsi lesz a hőleadó képessége.



19., 20. ábra: A radiátor

A bal felső sarkán lévő golyóscsap a feltöltést, míg az alsó csap a leeresztést biztosítja. A melegedés során a folyadék kitágul, megnő a térfogata. Ezt a helyet biztosítani kell számára, a felső csap ezt a célt is szolgálja. Terveim között szerepel, hogy a csapra egy alul – felül nyitott mérőhengert szerelek fel, amiről pontosan leolvashatom a tágulás mértékét, egyben azt is megtudhatom, ha a rendszerben valahol szivárgás észlelhető. Egy mellette lévő párolgásmérővel még pontosabbá tehetem a leolvasást.

A fakeretbe az elkészítése után belekerült a már kész csőrendszer. A csövek matt feketére történő lefújása és az ereszcatornák fóliázása után elkészült a kollektor a tesztelésre.

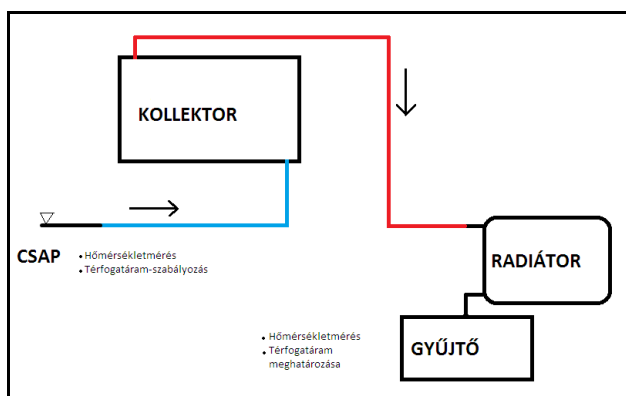


21. ábra: Folyadékos kollektor a tesztelés előtt

5.2.2. Folyadékos kollektorral végzett kísérlet

A folyadékos kollektorokban az áramlás, ahogy előzőleg is említettem kétféleképpen: gravitációs úton és szivattyúval is megvalósulhat. Mivel a kísérletben a napfényt az állandó intenzitású lámpa helyettesíti, ezért az átáramoltatáshoz a szivattyús módszert választottam. A szivattyút a csap helyettesíti, amely egy locsolócső csatlakozik a kollektor bevezetéséhez.

A kísérlet elrendezését az alábbi sematikus ábra szemlélteti.



22. ábra: A kísérleti berendezés sematikus ábrája

A csap megnyitásával megindul a folyadékáram keresztül a kollektoron, amelyet a lámpa felmelegít. A felmelegített folyadékot a nyomás egyből továbbviszi a radiátor felső kivezetésébe, majd a víz a radiátor aljához csatlakoztatott gyűjtőben elhagyja a rendszert. A beáramló részen hőmérsékletmérés és a térfogatáram beállítása, a kiáramló részen szintén hőmérsékletmérés, valamint térfogatáram meghatározása történik.

A beállítások:

$$Q = 5 \text{ dl/min} = 0,008 \text{ liter/s}$$

$$T_{\text{kezdeti}} = 33 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$I_{\text{lámpa}} = 1000 \text{ W}$$

A mérés során közel 20 perc alatt $37 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítette fel a vizet a kollektor. A mérést azonban 20 perc után fel kellett függeszteni, mert az ideiglenes illesztések feloldottak. Viszont a teszt, ennek ellenére is sikeresnek mondható, hiszen a kollektor áramló folyadék hőmérsékletét emelte meg $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal úgy, hogy a ténylegesen melegítendő úthossz mindössze 55 cm.

A továbbiakban a beszerelt kollektor tesztelését fogom elvégezni.

6. A mérések folytatása

A kollektorok a kísérletek után kikerültek a helyükre, bekerültek az erkélykorlát közé, a biztonsági üvegek helyére. A déli tájolás miatt körülbelül déli 12 órától sötétedésig éri a napsütés.

Ezeknek a kollektoroknak nagy hátrányuk, hogy míg a napelemeknek „csupán” fényre van szükségük a villamos áram létrehozásához, addig ezek a kollektorok borús időben szinte semmi hőt nem szolgáltatnak. A kollektorokkal a késő őszi változékony időszakra készültem el és az időjárásból kifolyólag szabad ég alatti elfogadható mérést mostanáig nem sikerült regisztrálni.

Terveim szerint nyomon követem az egész fűtési szezont egészen április 15 – ig. Eközben folyamatos összevetéseket készítek a két kollektor hatásfokával kapcsolatban. A folyadékos kollektor hőleadó felülete az eredetileg a központi fűtésért felelős radiátor. Ennek leszerelése már október elején, a fűtési szezon megkezdése előtt megtörtént, hogy pontos összehasonlítási alapot szolgáltatasson. Azonban 1 hónap elteltével, a kinti hőmérséklet érezhető csökkenésével szemben, a benti hőmérséklet még mindig tartósan 23°C , fűtésre így 1 hónap elteltével sem volt szükség. A meleg magyarázata az lehet, hogy felső lakóként az alsó szintek fűtik a lakást. Várhatóan napokon belül, a meteorológiai előrejelzés szerint, el lehet kezdeni a méréseket.

A levegős kollektor folyamatos üzemelése mellett a folyadékos kollektoron a szivattyús eredmények után elkezdem beüzemelni a gravitációs elven működő változatot. Végző soron ez lenne az a kollektor, amelynek működéséhez nem kell energiát befektetni.

7. Az anyagköltségek összehasonlítása

A kollektorok megépítésénél elsődleges szempont a költséghatékonyság. Ezt elsősorban úgy lehet elérni, hogy gyakorlatilag hulladékokat veszünk alapanyagul vigyázva arra, hogy ne menjen jelentősen a hatásfok rovására.

A levegős kollektor egyszerűsége miatt nem került sokba, várhatóan megtérül az ára.

A folyadékos kollektor esetén más a helyzet, hiszen teljesen új konstrukciót kellett kikísérletezni, így olyan elemek is „belekerültek a kosárba”, amelyeket egy új, talán jobb ötlet kellei felváltottak.

7.1. Levegős kollektor anyagköltségei:

Anyag	Mennyiség	Ár (Ft)
szilikon	2db	2 318
Faanyag	2,5m ²	5 792
PVC cső	8 m	3 580
PVC könyök	19 db	4 655
PVC áttoló	15 db	2 235
vastaglazúr	1 db	2 990
pozdorjacsavar	32 db	160
szórófesték	1 db	1 310
polikarbonát	1 db	7 600
cső hőszigetelő	4 db	2 980
	Összesen:	33 620

4. táblázat: Anyagköltség

7.2. Folyadékos kollektor anyagköltségei:

Anyag	Mennyiség	Ár (Ft)
szilikon	2db	2 318
faanyag	3,75 m ²	8 688
Al-lemez	1 db	6 348
menetes szár	1 db	240
szórófesték	1 db	1 310
csőszig.szalag	2 db	330
vastaglazúr	1 db	2 990
pozdorjacsavar	32 db	160
csatornaeresz	6 m	3 270
22mm rézcső	6 m	11 185
PVC ragasztó	4 db	5 560
PVC T idom	14 db	7 524
PVC karmantyú	14 db	7 144
32-es PVC nyomócső	1 db	2 074
50-es PVC	1 db	3 580
réz könyök	16 db	1 778
22-1" külső menet csatl.	12 db	2 038
szűkítő	16 db	8 214
1" hollandi	6 db	3 696
PVC 32-es menetvég	12 db	3 210
flexicső	2 db	2 137
polikarbonát		7 600
egéyb (fejlesztés, szerszámok)		20 000
	Összesen:	111 395

5. táblázat: Anyagköltség2

8. Utószó

A kollektorokon végzett kísérletek eredményei megerősítik azt a feltevést, amely szerint hatékonyan képesek rásegíteni a központi fűtésre. Mint minden napkollektor, ezek is csupán rásegítenek, teljes mértékben nem képesek azt felváltani. Az alapanyagok, a mérés és a szerelés tekintetében az egyszerűsége törekedtem azért, hogy bárki számára elérhetővé váljon és kedvet kapjon hozzá. A levegős kollektor 70%-ban hulladékokból is összeállítható, így beruházási költsége hamar megtérül. A folyadékos kollektor esete más, itt a különböző idomok, szerelvények ára a mennyiséggel nagyon megugrik, viszont nagy előnye, hogy ha sikerül a kivitelezés, akkor rápillantás nélkül is képes fűteni.

A napkollektorok alkalmazásával ráadásul hozzájárulhatunk a fosszilis tüzelőanyagok használatának csökkentéséhez is.

9. Felhasznált irodalom:

<http://ion.elte.hu/~akos/orak/kmod/sork.htm>

<http://ion.elte.hu/~akos/orak/kmod/nap1.htm>

<http://www.vgfszaklap.hu/cikkek.php?id=311>

DR. GÁBOR, L. 1998: Épületszerkezettan II. - *Nemzeti Tankönyvkiadó*